

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-25075
(P2003-25075A)

(43) 公開日 平成15年1月28日 (2003.1.28)

| | | | |
|------------------------------|------|---------------|-------------|
| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーマコード(参考) |
| B 2 3 K 20/12 | | B 2 3 K 20/12 | D 3 G 0 0 4 |
| | | | E 3 G 0 9 1 |
| F 0 1 N 3/24 | | F 0 1 N 3/24 | G 4 E 0 6 7 |
| 7/10 | | 7/10 | F |
| 審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁) | | | |

(21) 出願番号 特願2002-64801(P2002-64801)
(22) 出願日 平成14年3月11日(2002.3.11)
(31) 優先権主張番号 特願2001-141434(P2001-141434)
(32) 優先日 平成13年5月11日(2001.5.11)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003997
日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(72) 発明者 内村 毅
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内
(72) 発明者 秋山 耕一
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内
(74) 代理人 100102141
弁理士 的場 基憲

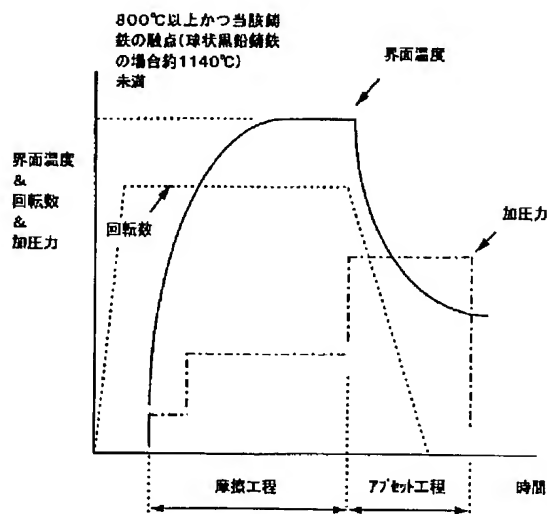
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋳鉄の摩擦圧接方法および接合部品

(57) 【要約】

【課題】 接合面に酸化膜が巻き込まれることなく、接合強度の低下を引き起こすことのない鋳鉄の摩擦圧接方法と、このような摩擦圧接方法によって接合され、健全な接合部を備え接合強度に優れた接合部品を提供する。

【解決手段】 少なくとも一方が鋳鉄からなる2つの部材を摩擦圧接するに際して、圧接面の表面粗さをRa10以下として摩擦工程を開始し、接合界面温度を800℃以上、かつ熔融開始温度よりも低い温度に昇温させた後にアブセット圧を負荷する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも一方が鋳鉄からなる2つの部材を摩擦圧接するに際し、圧接面の表面粗さを $Ra10$ 以下として摩擦工程を開始し、両部材の接合界面温度を 800°C 以上、かつ溶融開始温度よりも低い温度に昇温させたのち、アプセット圧を加えることを特徴とする鋳鉄の摩擦圧接方法。

【請求項2】 請求項1記載の摩擦圧接方法により接合され、鋳鉄のCE値（炭素等量）が $3.8\sim 4.4\%$ であることを特徴とする接合部品。

【請求項3】 請求項1記載の摩擦圧接方法により接合され、鋳鉄のCE値（炭素等量）が $3.8\sim 4.4\%$ 、Mo含有量が $0.1\sim 1.0\%$ であることを特徴とする接合部品。

【請求項4】 内燃機関用の排気マニホールドと触媒容器の一体接合体であることを特徴とする請求項2又は3記載の接合部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鋳鉄からなる部材同士、あるいは鋳鉄部材と他の金属部材とを接合するのに用いられる鋳鉄の摩擦圧接方法および当該摩擦圧接方法によって接合された接合部品に関するものである。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】摩擦圧接は、接合対象部材を互いに突き合わせた状態で、当該部材に相対的な回転運動を与え、突き合せ面に発生する摩擦熱を利用して接合面を加熱し、加圧することにより接合する方法であって、同種材の接合はもとより、異種材の接合にも適用できる利点がある。

【0003】このような摩擦圧接を利用した鋳鉄の接合方法としては、例えば特公昭49-4150号公報に記載されたものが知られており、図6に示すように、鋳鉄部材の接合界面の温度を溶融開始温度、例えば球状黒鉛鋳鉄の場合には約 1140°C 以上まで昇温させ、溶融相が安定した状態でアプセット圧を負荷することによって、溶融相を接合界面から排出するようにしている。

【0004】しかしながら、上記のような従来の摩擦圧接方法にあっては、摩擦工程において接合界面が溶融した状態で被接合部材が高速回転することから、高速回転中に溶融相が酸化すると共に、酸化膜の接合面への巻き込みが発生することがあった。そして、アプセット工程においてこの酸化膜が完全に排出できない場合には、接合面の金属結合ができず、内部切り欠き欠陥となって、接合強度が大幅に低下することになるという問題点があった。

【0005】図7は、球状黒鉛鋳鉄FCD400（JIS G 5502参照）同士を上記の摩擦圧接方法によって接合した場合に、接合面に生じた酸化膜の一例を示す顕微鏡組織写真であって、鋳鉄の酸化膜がスラグ状に

なって接合面に残留している様子がわかる。そして、このような酸化膜の存在によって、球状黒鉛鋳鉄など、黒鉛を含む鋳鉄にあっては、冷却過程での黒鉛の再析出がこれらの母材と酸化膜の不連続面に集中し、強度低下の一因となるという問題点もあり、これら問題点の解消が鋳鉄の摩擦圧接における従来の課題となっていた。

【0006】

【発明の目的】本発明は、従来の鋳鉄の摩擦圧接における上記課題に鑑みてなされたものであって、酸化膜の接合面への巻き込みが発生せず、接合強度の低下を引き起こすことのない摩擦圧接方法と、このような摩擦圧接方法によって接合され、健全な接合部を備え接合強度に優れた接合部品を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係わる鋳鉄の摩擦圧接方法は、少なくとも一方が鋳鉄からなる2つの部材を摩擦圧接するに際し、圧接面の表面粗さを $Ra10$ 以下として摩擦工程を開始し、両部材の接合界面温度を 800°C 以上、かつ溶融開始温度よりも低い温度に昇温させたのち、アプセット圧を加える構成としたことを特徴としており、鋳鉄の摩擦圧接方法におけるこのような構成を前述した従来の課題を解決するための手段としている。

【0008】本発明に係わる接合部品は、上記摩擦圧接方法により接合されているものであり、鋳鉄のCE値（炭素等量）が $3.8\sim 4.4\%$ である構成としたことを特徴としており、その好適形態としては、上記鋳鉄がさらに $0.1\sim 1.0\%$ のMoを含有しており、さらには当該摩擦圧接による接合部品が内燃機関用の排気マニホールドと触媒容器の一体接合体であることを特徴としている。

【0009】なお、本発明における炭素等量、CE値は、次式によって算出されるものを意味する。また、各成分の百分率値は、質量比に基づくものである。

$$\text{CE値（炭素等量）} = \text{C}\% + (1/3) \text{Si}\%$$

【0010】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に係わる鋳鉄の摩擦圧接方法の工程パターンを示すグラフであって、当該図1に示すように、当該摩擦圧接方法は、少なくともどちらか一方が鋳鉄からなる両部材の接合面を互いに突き合わせた状態で、一方の部材に回転を与え、所定の回転数に達したのち、部材間に加圧力を加え、摩擦力によって接合界面の温度を 800°C 以上、かつ前記鋳鉄の溶融開始温度よりも低い所定の温度まで加熱する摩擦工程と、両部材の接合界面温度が所定の温度まで上昇した後、回転速度を減速、あるいは停止して、所定のアプセット圧を負荷して両部材を接合するアプセット工程からなる。

【0011】摩擦工程においては、接合面の温度上昇に伴って、接合界面に存在した不純物は、高温となった接

合面近傍の塑性流動の結果、バリとして接合界面から排出され清浄な金属面同士が接触するようになる。このとき、界面温度が金属結合するのに十分に軟化する温度であるためには800℃以上の高温になっていることが必要である。また、酸化物が生成してこれが接合界面に巻き込まれないようにするためには、界面温度を被接合部材である鋳鉄の融点（例えば、球状黒鉛鋳鉄FCD400の場合には、約1140℃）よりも低くして、酸化物を生成させなくすることが必要である。

【0012】この温度状態（800℃以上、鋳鉄の融点未満）において、両部材間に所定のアプセット圧を負荷することにより、界面が金属結合に必要な原子間距離まで十分に接近すると同時に、さらなる塑性流動によって接合界面の不純物がバリとして接合面外に完全に排出されることになる。

【0013】しかし、少なくとも圧接面の一方が黒鉛や、その他の分散相を含む鋳鉄の場合には、分散相の形状や分散状態に影響しない程度の圧力（分散相を含まない鋼材同士の場合の約1/2以下）で圧接せざるを得ない。このため、融点以下の温度であっても、圧接面の初期表面粗さが粗い場合には、昇温過程で圧接面の凹部に圧接しきれない隙間が残り、そこに空気が入り込むことによって、この凹部で高温酸化が進行し、酸化膜が部分的に残留して接合強度を低下させることがある。したがって、初期表面粗さ、すなわち摩擦工程開始時における圧接面の表面粗さは、Ra10以下とすることが必要である。

【0014】このときのアプセット圧としては、一般には、20～70MPaの範囲とすることが望ましく、接合面が健全なものとなって、接合強度が向上する。すなわち、アプセット圧が20MPaに満たない場合は、塑性流動が十分に行われなくなり、マイクロギャップの存在によって接合強度が低下する傾向がある。

【0015】一方、アプセット圧が70MPaを超えた場合、Moを含有しない鋳鉄においては、引張強度が低下する傾向が認められる。これは、球状化黒鉛鋳鉄では、接合面の近傍における黒鉛が変形して球状化率が悪化することによるものと考えられるが、一般の鋳鉄でもランダムに分散していた分散相（例えば、フレーク状の黒鉛など）が接合面方向等の特定な方向に配向し易くなるため、同様に強度低下が生じるものと考えられる。

【0016】しかし、鋳鉄中にMoを添加することによって、アプセット圧を80MPaまで、さらに高めた場合でも、引張強度の低下を防止することができる。これは、上記のような分散相の形状や分散状態の変化がMoの添加によって阻止されているものと考えられる。ただし、このようなMoの効果は、その添加量が0.1%未満の場合には認められず、後述するCE値が4.4%以下のときに、Moを1%を超えて添加した場合には、鋳鉄の種類に拘わらず炭化物が生成し易くなり、白鉄化

（いわゆるチル化傾向）が生じて、加工性と靱性の悪化を招くことがあるので、Moを添加する場合には、その範囲を0.1～1.0%の範囲内とすることが望ましい。

【0017】また、アプセット時間については、アプセット工程の冷却過程でオーステナイトからの黒鉛の再析出が完了し、かつ界面の固相拡散が期待できる温度として、700℃まで加圧保持することが望ましい。

【0018】そして、炭素当量（CE値＝ $C\% + 1/3 Si\%$ ）については、摩擦工程前の圧接面の表面粗さがRa10程度の場合でも、安定した引張強度を得る観点から、CE値を3.8～4.4%の範囲とすることが好ましい。すなわち、CE値が4.4%を超えた場合には安定した引張強度が得難く、逆にCE値が3.8に満たない場合には、鋳鉄の鋳造時における湯流れ性が低下する傾向がある。

【0019】図2は、このようにして摩擦圧接された接合界面（球状黒鉛鋳鉄FCD400同士）の金属組織を示すものであって、界面には、図7において観察されたような酸化物の巻き込みの発生は認められない。

【0020】

【実施例】以下に、本発明を実施例に基づいて、さらに具体的に説明する。

【0021】（実施例1）JIS G 5502に球状黒鉛鋳鉄品として規定されるFCD400（融点：約1140℃、CE値：4.4%）からなる外径：50mm、内径：40mmのパイプを用意し、摩擦工程前における圧接面の表面粗さRaを種々に変化させて、これらパイプ同士を突き合わせ、周速：4.5m/s、摩擦圧力：40MPaの条件のもとに、接合界面の最高温度が1050℃となるまで加熱し、70MPaのアプセット圧力を加えることによって、上記鋳鉄部材同士を摩擦圧接した。

【0022】そして、得られた継ぎ手の引張試験を行い、引張強度に及ぼす接合面の表面粗さRaの影響を調査した。この結果を図3に示す。なお、引張試験は、圧接のままの状態と、圧接後フェライト化焼鈍した状態の2種類について行い、従来の工法の場合と比較した。

【0023】図3の結果から明らかなように、接合面の表面粗さがRa10を超える従来工法の場合、圧接のままでは摩擦圧接時の加熱冷却の影響によって焼入れ組織となり、基地の強度は向上するが、酸化膜による切り欠き効果によって引張強度が非常に低い。同様にフェライト化焼鈍状態においても酸化膜によって引張強度が低下することが判明した。これに対し、接合面の表面粗さをRa10以下とした本発明方法によれば、接合面に酸化膜がなく、高温となった接合面近傍の塑性流動により接合幅が母材よりも広がることとも相俟って、全て母材破断となり、接合面から破断したものは認められず、安定した引張強度が得られることが確認された。

【0024】(実施例2)炭素当量CE値を5水準に変化させた球状黒鉛鋳鉄FCD400からなり、上記同様の寸法(外径:50mm、内径:40mm)を備えたパイプを用い、接合面の表面粗さをRa10に加工した後、同様に突き合わせ、同様の条件(周速:4.5m/s、摩擦圧力:40MPa、接合界面最高温度:1050℃、アプセット圧:70MPa)のもとに、上記鋳鉄部材同士を摩擦圧接し、引張強度に及ぼすCE値の影響について調査した。なお、この場合、圧接後にフェライト化焼鈍を施したもののみのみ引張試験を実施した。

【0025】この結果は、図4に示すとおりであって、CE値が4.4%を超えた場合には、安定した引張強度が得られないのに対し、CE値が4.4%以下の場合には、摩擦工程中の最高温度温度範囲を圧接面近傍に集中させることで塑性流動による接合界面の不純物の排出作用を強めることができ、摩擦工程前の圧接面の表面粗さがRa10程度でも安定した引張強度が得られることが確認された。

【0026】(実施例3)実施例1で用いたものと同様の球状黒鉛鋳鉄FCD400(融点:約1140℃、CE値:4.4%)と、当該成分の球状黒鉛鋳鉄にさらにMoを1%添加した球状黒鉛鋳鉄FCD400からなり、同様の寸法(外径:50mm、内径:40mm)を備えたパイプを用い、接合面の表面粗さをRa10に加工した後、同様に突き合わせ、周速:4.5m/s、摩擦圧力:40MPaの条件のもとに、接合界面の最高温度が1050℃となるまで加熱し、アプセット圧を10MPa、20MPa、30MPa、50MPa、70MPa、80MPaおよび90MPaの7水準に変化させて上記鋳鉄部材同士を摩擦圧接し、引張強度に及ぼすアプセット圧とMo添加の影響について調査した。なお、この場合も、圧接後にフェライト化焼鈍を施したもののみのみ引張試験を実施した。

【0027】この結果は、図5に示すとおりであって、アプセット圧を20MPa未満とした場合には、酸化膜はないものの、金属結合に必要な原子間距離まで塑性流動が行われないため、ミクロギャップが存在して十分な接合強度が得られないことが確認された。逆に、アプセット圧を80MPa以上とした場合、Moを含有しない鋳鉄においては、接合面近傍の黒鉛の球状化率が悪化することから引張強度が低下することが判明したが、1%のMoを添加した場合には、アプセット圧を80MPa

とした場合でも、引張強度の低下は認められなかった。

【0028】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明に係わる鋳鉄の摩擦圧接方法によれば、一方もしくは両方が鋳鉄である2つの部材を摩擦圧接するに際して、圧接面の表面粗さをRa10以下として摩擦工程を開始し、接合界面温度を800℃以上、かつ溶融開始温度よりも低い温度に昇温させた後にアプセット圧を負荷するようにしていることから、溶融相の酸化を防止して接合界面に酸化膜が介在するのを防止することができ、接合部の健全性を確保して十分な接合強度を備えた摩擦接合継手を得ることができるという極めて優れた効果をもたらすものである。

【0029】また、本発明に係わる接合部品は、上記鋳鉄の摩擦圧接方法によって、CE値が3.8~4.4%の鋳鉄、さらにはCE値が3.8~4.4%、かつMo含有量が0.1~1.0%の鋳鉄を接合したものであるから、健全な接合部を備え、さらに高い接合強度を安定して得ることができるという極めて優れた効果がもたらされる。

【0030】さらに、これらの低CE値の鋳鉄を用いた場合には、圧接面における発熱量の増大と低熱伝導性から、圧接面が摩擦工程において所定温度(800℃以上、溶融開始温度未満)に到達するまでの時間短縮が可能となる効果も得られる。特に、母材鋳鉄にMoを添加した場合には、摩擦圧力とアプセット圧をさらに高めることができ、この効果がさらに大きなものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる鋳鉄の摩擦圧接方法の工程パターンを示すグラフである。

【図2】本発明に係わる摩擦圧接方法によって接合された鋳鉄の接合界面の状態を示す顕微鏡組織である。

【図3】摩擦圧接により接合された鋳鉄の引張強度に及ぼす接合界面の表面粗さの影響を示すグラフである。

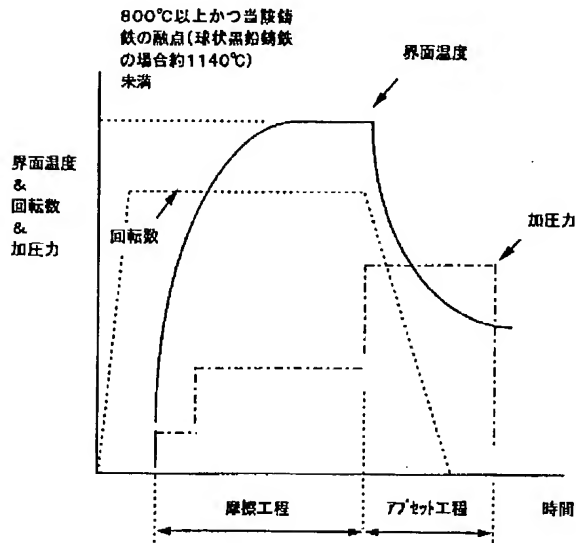
【図4】摩擦圧接により接合された鋳鉄の引張強度に及ぼすCE値の影響を示すグラフである。

【図5】摩擦圧接により接合された鋳鉄の引張強度に及ぼすアプセット圧およびMo添加の影響を示すグラフである。

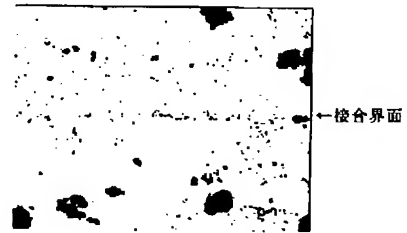
【図6】従来の鋳鉄の摩擦圧接方法における工程パターンを示すグラフである。

【図7】従来の摩擦圧接方法によって接合された鋳鉄の接合界面の状態を示す顕微鏡組織である。

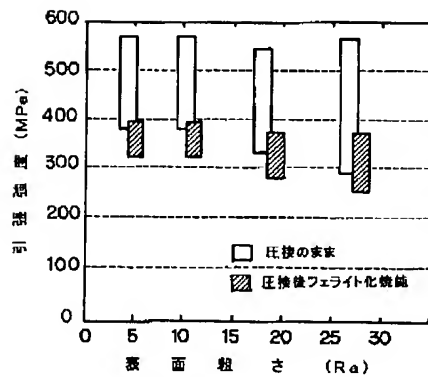
【図1】



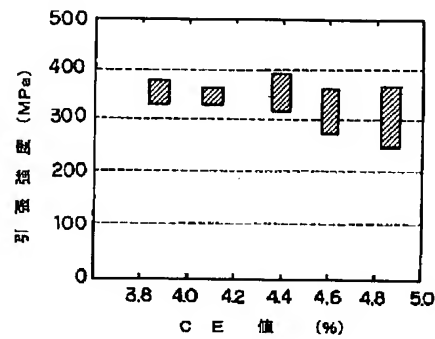
【図2】



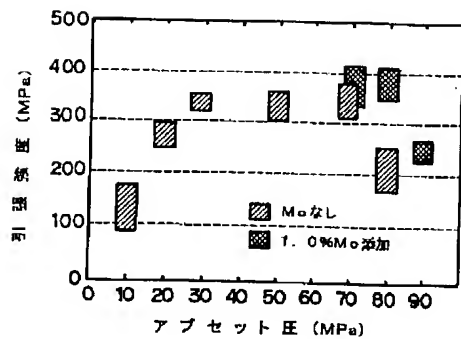
【図3】



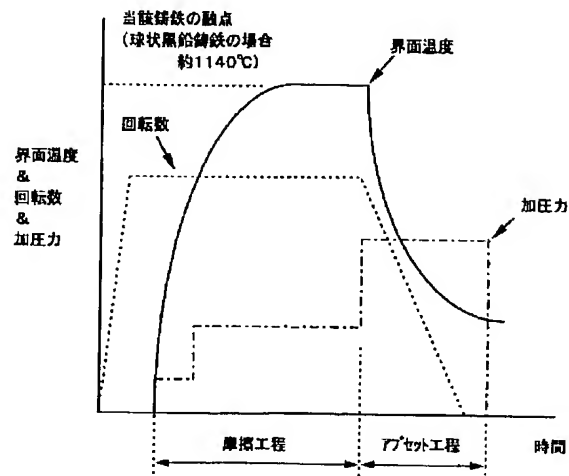
【図4】



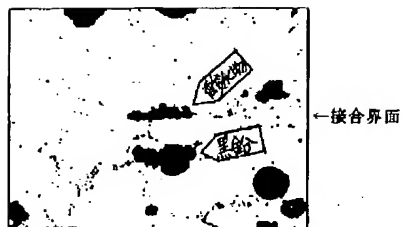
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G004 FA04 GA03 GA06
3G091 AB01 BA39 HB01
4E067 AA04 BG00 DA09 DC02 DC06
DD01 EA07 EB00 EC06

DERWENT-ACC-NO: 2003-346741

DERWENT-WEEK: 200333

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Friction welding method for cast
iron components, involves setting surface roughness of
joining surfaces to specific value and applying upsetting
pressure, after increasing temperature of surface to
specific value

PATENT-ASSIGNEE: NISSAN MOTOR CO LTD [NSMO]

PRIORITY-DATA: 2001JP-0141434 (May 11, 2001)

PATENT-FAMILY:

| PUB-NO | PAGES | PUB-DATE | |
|-----------------|-------------|------------------|-----|
| LANGUAGE | | MAIN-IPC | |
| JP 2003025075 A | | January 28, 2003 | N/A |
| 006 | B23K 020/12 | | |

APPLICATION-DATA:

| PUB-NO | APPL-DESCRIPTOR | APPL-NO |
|----------------|-----------------|---------|
| APPL-DATE | | |
| JP2003025075A | N/A | |
| 2002JP-0064801 | March 11, 2002 | |

INT-CL (IPC): B23K020/12, F01N003/24 , F01N007/10

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2003025075A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The welding method involves setting surface roughness (Ra) of the joining surfaces of cast iron pieces, to 10 or less. The temperature at the joining surfaces, is set to 800 deg. C or more. An upsetting pressure is applied, after increasing the temperature at the junction of cast piece to a

value less than melting start temperature of the cast iron pieces.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is included for cast iron component.

USE - For joining cast iron components (claimed) e.g. exhaust manifold and catalyst carrier in internal combustion engine.

ADVANTAGE - Ensures friction welding with sufficient joint strength by preventing oxidation of molten phase of cast iron, by raising temperature to a value less than melting start temperature of cast iron components.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a graph indicating the process pattern of the friction welding method. (Drawing includes non-English language text).

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/7

TITLE-TERMS: FRICTION WELD METHOD CAST IRON COMPONENT SET
SURFACE ROUGH JOIN

SURFACE SPECIFIC VALUE APPLY UPSET PRESSURE
AFTER INCREASE

TEMPERATURE SURFACE SPECIFIC VALUE

DERWENT-CLASS: P55 Q51 X24

EPI-CODES: X24-D07;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2003-277265